



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 073 916<sup>(13)</sup> C1  
(51) МПК<sup>6</sup> G 21 C 7/06, 7/22

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94023468/25, 21.06.1994

(46) Дата публикации: 20.02.1997

(56) Ссылки: Ровенская АЭС. Блок N 1. Аппаратное отделение 1-С-РЦ. Система быстрого ввода бора в первый контур установки ВВЭР-440. Схема гидравлическая принципиальная 213-00-1601.

(71) Заявитель:  
Опытное конструкторское бюро "Гидропресс"

(72) Изобретатель: Новоселов В.А.,  
Бирюков Г.И., Никитенко М.П., Афров А.М.

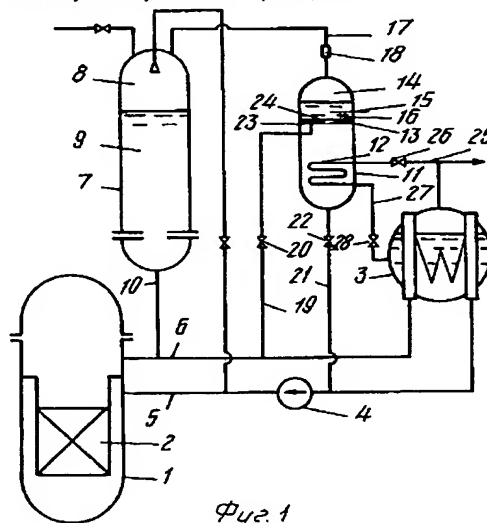
(73) Патентообладатель:  
Опытное конструкторское бюро "Гидропресс"

(54) СИСТЕМА БЫСТРОГО ВВОДА БОРА В ПЕРВЫЙ КОНТУР ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ВОДО-ВОДЯНОГО ТИПА

(57) Реферат:

Назначение: изобретение относится к ядерным энергетическим установкам водо-водяного типа, а более конкретно к системам быстрой остановки цепной реакции в активной зоне водо-водяного реактора. Сущность изобретения: в верхней части борной емкости 11 выполнен выравнивающий компенсатор 13, состоящий из паровой полости 14 и водной полости 15. Выравнивающий трубопровод 17 соединяет борную емкость 11 с циркуляционным контуром (паровой полостью 8 парового компенсатора объема 7) по пару, а не по воде, т. е. происходит массообмен более чистых сред: паром, а не водой. При этом не происходит "загрязнение" теплоносителя первого контура азотом, а борной емкости радиоактивными атомами. Изобретение не приводит к возникновению рециркуляционного контура, приводящего к уменьшению циркуляции теплоносителя через активную зону 2, т. к. в борную емкость 11 теплоноситель поступает по напорному

трубопроводу 19, пройдя предварительно активную зону 2. 6 з. п. ф-лы, 4 ил.



RU 2 073 916 C1

RU 2 073 916 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 073 916** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **G 21 C 7/06, 7/22**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94023468/25, 21.06.1994

(46) Date of publication: 20.02.1997

(71) Applicant:  
 Opytnoe konstruktorskoe bjuro "Gidropress"

(72) Inventor: Novoselov V.A.,  
 Birjukov G.I., Nikitenko M.P., Afrov A.M.

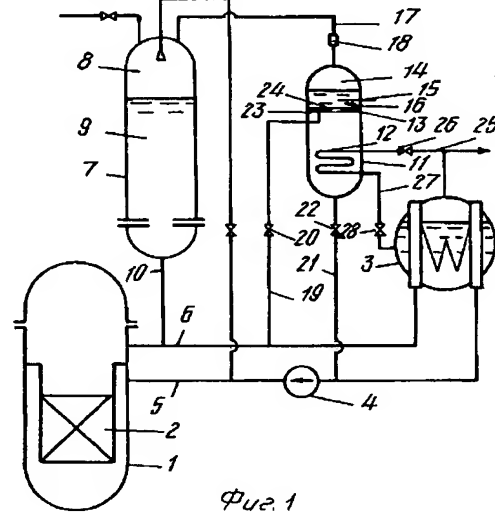
(73) Proprietor:  
 Opytnoe konstruktorskoe bjuro "Gidropress"

(54) **SYSTEM FOR BORON FAST INSERTING TO FIRST CIRCUIT OF NUCLEAR WATER-MODERATED WATER-COOLED ENERGY PLANT**

(57) Abstract:

FIELD: nuclear energy engineering.  
 SUBSTANCE: system is concerned to devices for chain reaction emergency shutdown in core composition of water-moderated water-cooled reactors. Upper part of boron vessel 11 has pressurizer 13 composed by vapor chamber 14 and water vessel 15. Flattening pipe 17 connects boron vessel 11 to circulating loop which includes vapor chamber 8 of volume pressurizer 7, so this connection works with gas agent but not in water circuit, in other words mass exchange processing is going in more pure medium. Besides there is no coolant contamination of first circuit by nitrogen and the same for boron vessel by radioactive atoms. Coolant is priming to boron vessel 11 by pressure pipe 19 which is going through core area 2 preliminary and it prevents coolant circulating diminishing in active core 2 as res result of recirculation loop arising. EFFECT: more simple construction, higher

efficiency of operating. 7 cl, 4 dwg



RU 2 073 916 C1

RU 2 073 916 C1

Изобретение относится к ядерным энергетическим установкам водо-водяного типа, а более конкретно: к системам быстрой остановки цепной реакции в активной зоне водо-водяного реактора.

Известно техническое решение, в котором для остановки цепной реакции в активной зоне включается насос, закачивающий из емкостей раствор с концентрированной борной кислотой в подводящие трубопроводы. Недостатком указанного технического решения является низкое быстродействие системы из-за инерционности насосов, их ограниченной производительности.

Еще одним недостатком указанного технического решения является то, что одновременно с подачей концентрированного раствора бора необходимо открыть систему дренажа первого контура, иначе будет переопрессовка первого контура и насос прекратит закачку концентрированного раствора бора в первый контур.

То есть необходимо привести в действие ряд систем, что приведет к задержке остановки цепной реакции в активной зоне. Указанное техническое решение рассчитано на применение при уменьшении объема теплоносителя в первом контуре.

Кроме того, известно техническое решение (прототип), в котором борные емкости с концентрированным раствором бора имеют в верхней части выравнивающий компенсатор с газовой (азотной) полостью и водяной полостью, выделенной от части с концентрированным раствором бора. Водяная полость соединена выравнивающим трубопроводом с подводящим трубопроводом реакторной установки (главным циркуляционным трубопроводом после главного циркуляционного насоса).

Внутри борной емкости расположен нагреватель раствора, выполненный в виде трубчатого теплообменника погружного типа, подсоединенного к напору и всасу главного циркуляционного насоса. Верхняя часть борной емкости соединена с напорной частью главного циркуляционного насоса напорным трубопроводом, а нижняя часть борной емкости со всасом главного циркуляционного насоса подающим трубопроводом.

На подающем и напорном трубопроводах установлена быстродействующая запорная арматура.

При нормальных условиях эксплуатации в борной емкости устанавливается давление, близкое к давлению теплоносителя на выходе из главных циркуляционных насосов. Изменение давления в первом контуре или изменение температуры раствора бора в борной емкости и связанное с этим расширение объема раствора компенсируются перетеканием теплоносителя по выравнивающему трубопроводу внутрь борной емкости или из нее.

При необходимости быстрой остановки цепной реакции в активной зоне быстродействующую запорную арматуру открывают, и концентрированный раствор бора поступает на всас главного циркуляционного насоса по подающему трубопроводу, а теплоноситель с напора главного циркуляционного насоса по напорному трубопроводу поступает в верхнюю часть борной емкости.

Недостатком указанного технического решения является то, что при открытии быстродействующей запорной арматуры возникает контур рециркуляции (напор главного циркуляционного насоса) и подача теплоносителя на активную зону уменьшается, что ухудшает отвод тепла от активной зоны.

Еще одним недостатком указанного технического решения является то, что часть поступающего по подающему трубопроводу концентрированного раствора бора вновь возвращается в борную емкость по напорному трубопроводу из-за рециркуляции, а это уменьшает эффективность быстрого ввода бора.

Еще одним недостатком указанного технического решения является то, что азот в борной емкости растворяется в воде, находящейся в водной полости, и по выравнивающему трубопроводу поступает в первый контур при понижении давления в нем. Наличие азота в теплоносителе первого контура приводит к образованию азотной кислоты под действием облучения, что снижает надежность оборудования.

Кроме того, азот из теплоносителя поступает в импульсные трубки контрольно-измерительных приборов, где образует газовые пробки, искажая показания приборов, что приводит к негативным явлениям. Для ликвидации этого необходимо "продувать" импульсные трубки, а это приводит к возникновению термических напряжений в штуцерах приварки импульсных трубок из-за прокачки по ним охлажденной воды.

Еще одним недостатком указанного технического решения является то, что на трубчатом теплообменнике выпадает осадок из теплоносителя, который циркулирует по нему. Осадок этот радиоактивен, а это ухудшает обслуживание первого контура. Технический результат повышение безопасности. Технический результат достигается путем того, что напорный трубопровод соединяет верх борной емкости с отводящим трубопроводом, выравнивающий компенсатор объема выполнен в виде водяной и паровой полостей; паровая полость соединена выравнивающим трубопроводом с паровой полостью парового компенсатора объема.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 показана схема быстрого ввода бора в первый контур ядерной энергетической установки водо-водяного типа с вариантом исполнения нагревателя раствора в виде конденсатора, использующего пар парогенератора; на фиг. 2 показана схематично система, где выравнивающий компенсатор выполнен меньшего диаметра части борной емкости с концентрированным раствором бора; на фиг. 3 вариант исполнения, где выравнивающий компенсатор объема выполнен в виде отдельной емкости, соединенной с борной емкостью трубопроводом; на фиг. 4 вариант с установленным на напорном трубопроводе шариковым клапаном.

Система быстрого ввода бора в первый контур ядерной энергетической установки водо-водяного типа содержит реактор 1 с активной зоной 2, парогенераторы 3, главные циркуляционные насосы 4, подводящие 5 и

отводящие 6 трубопроводы, образующие в совокупности с реактором 1, парогенераторами 3 и главными циркуляционными насосами 4 циркуляционный контур.

Паровой компенсатор объема 7, состоящий из паровой 8 и водяной полости 9, соединен дыхательным трубопроводом 10 с отводящим трубопроводом 6.

В борных емкостях 11 с концентрированным раствором бора расположены нагреватели раствора 12.

В верхней части борной емкости расположен выравнивающий компенсатор объема 13, состоящий из паровой полости 14 и водяной полости 15, внутри которой расположен электронагреватель 16.

Паровая полость 14 соединена с паровой полостью 8 парового компенсатора объема 7 выравнивающим трубопроводом 17, на котором установлено дроссельное устройство 18.

Верхняя часть борной емкости 11 с концентрированным раствором бора соединена напорным трубопроводом 19 с отводящим трубопроводом 6. На напорном трубопроводе 19 установлена быстродействующая запорная арматура 20.

Нижняя часть борной емкости 11 соединена подающим трубопроводом 21 с подводящим трубопроводом 5 на всасе главного циркуляционного насоса 4.

На подающем трубопроводе 21 установлена быстродействующая арматура 22.

В борной емкости 11 выравнивающий компенсатор 13 отделен от части с концентрированным раствором перегородкой 23 с отверстием 24.

Нагреватель раствора 12, выполненный в виде погружного трубчатого теплообменника, соединен подводящей частью с паровой полостью парогенератора 3 трубопроводом 25 с запорнорегулирующей арматурой 26.

Отводящая часть нагревателя раствора 12 соединена с водяной полостью парогенератора 3 трубопроводом 27 с запорнорегулирующей арматурой 28.

Нагреватель раствора 12 в указанном варианте, по крайней мере частично, расположен выше уровня воды в парогенераторе.

В варианте на фиг. 2 показан выравнивающий компенсатор 13 меньшего диаметра части борной емкости 11 с концентрированным раствором бора.

На фиг. 3 показан вариант развития варианта на фиг. 2.

Выравнивающий компенсатор 13 выполнен в отдельной емкости, соединенной с борной емкостью трубопроводом 29.

На фиг. 4 показан вариант ввода напорного трубопровода в борную емкость с шариковым клапаном 30 с плавающим шаром 31, упорным конусом 32 и выходными отверстиями 33.

Система работает следующим образом.

Ядерная энергетическая установка в нормальных условиях эксплуатации работает по общеизвестной схеме: главные циркуляционные насосы 4 прокачивают теплоноситель по циркуляционному контуру через подводящие трубопроводы 5, реактор 1, активную зону 2, отводящие трубопроводы 6, парогенераторы 3. В активной зоне 2

теплоноситель нагревается, в парогенераторах 3 передает тепловую энергию на генерацию пара.

Паровой компенсатор объема 7 уменьшает пики колебания давления в первом контуре при изменениях мощности реактора 1 и парогенераторов 3.

Борные емкости 11 заполнены концентрированным раствором бора, подогретым нагревателем 12, берущим тепло от пара парогенератора 3. Температура концентрированного раствора бора будет несколько ниже температуры пара в парогенераторах.

В выравнивающие компенсаторы 11 поступает пар по выравнивающему трубопроводу 17 из паровой полости 8 парового компенсатора объема 7. На перегородке 23, имеющей температуру, близкую к температуре концентрированного раствора бора и на стенках выравнивающего компенсатора, пар конденсируется и выравнивающий компенсатор частично заполняется конденсатом и в нем образуется паровая полость 14 и водяная полость 15.

Включают электронагреватель 16 и подогревают конденсат до температуры насыщения при давлении в паровом компенсаторе давления 7.

В системе устанавливается равновесие. Частично тепло от водяной полости 15 будет передаваться через перегородку 23 и стенки борной емкости 11 концентрированному раствору бора, и пар в паровой емкости 14 будет конденсироваться, будет подниматься уровень в водяной полости 15, пар в паровую полость 14 будет поступать из паровой полости 8 парового компенсатора 7.

Включают электронагреватель 16 и выпаривают воду до необходимого уровня.

Дроссельное устройство 18 "смягчает" передающиеся колебания давления в паровой полости 8, вследствие чего уменьшается дополнительное включение электронагревателей 16.

При необходимости быстрого ввода раствора бора в активную зону 2 открывают быстродействующую запорную арматуру 20 и 22. По подающему трубопроводу 21 концентрированный раствор бора поступает на всас главного циркуляционного насоса 4, который вместе с основным теплоносителем закачивает его в реактор 1 по подводящему трубопроводу 5 и далее в активную зону 2, где атомы бора начинают останавливать цепную реакцию. На место забранного из борной емкости концентрированного раствора бора по напорному трубопроводу 19 поступает теплоноситель из отводящего трубопровода в верхнюю часть борной емкости под перегородку 23. Через отверстие 24 происходит выравнивание давления в части борной емкости с концентрированным раствором бора и выравнивающим компенсаторе объема (а следовательно, и первым контуром).

Варианты, показанные на фиг. 2 и фиг. 3, работают по той же технологической схеме. Отличие заключается в уменьшении перетечки тепла из выравнивающего компенсатора 13 в емкость с концентрированным раствором бора и, следовательно, в уменьшении расхода электроэнергии и уменьшении числа

включений-выключений электронагревателей 16.

На фиг. 4 изображен вариант, связанный с необходимостью подачи концентрированного раствора бора под активную зону 2 при разгерметизации первого контура и при опорожнении борных емкостей 11. Уменьшение объема концентрированного раствора бора в борных емкостях приводит к возникновению в них уровня. Плавающий шарик 31 вместе с поверхностью понижается и упирается на упорный конус 32, запирая выход концентрированного раствора в отводящие трубопроводы 6.

При отсутствии разгерметизации первого контура теплоноситель поступает в борную емкость через выходные отверстия 33.

В описании работы изобретения отсутствует работа поз. 25, 26, 27, 28, т. к. она очевидна.

Предложенная система отличается тем, что вместо газового (азотного) выравнивающего компенсатора в верхней части борной емкости выполнен выравнивающий компенсатор, состоящий из паровой и водяной полости.

Выравнивающий трубопровод соединяет борную емкость с циркуляционным контуром (паровой полостью парового компенсатора объема) по пару, т. е. происходит массообмен более чистых сред паром, а не водой. При этом не происходит "загрязнение" первого контура азотом, а борной емкости радиоактивными атомами.

Предложенное изобретение не приводит к возникновению рециркуляционного контура, приводящего к уменьшению циркуляции теплоносителя через активную зону. Все это приводит к повышению надежности ядерной энергетической установки.

Посчитать экономический эффект от предлагаемого изобретения не представляется возможным, т. к. оно направлено на повышение безопасности АЭС. Как показал опыт в нашей стране и за рубежом, при аварии на АЭС Три-Майн-Айленд и в Чернобыле экономический ущерб было невозможно спрогнозировать.

#### Формула изобретения:

1. Система быстрого ввода бора в первый контур ядерной энергетической установки водо-водяного типа, содержащая реактор, активную зону, парогенераторы, главные циркуляционные насосы, подводящие и

отводящие трубопроводы, паровой компенсатор объема с паровой и водяной полостью, соединенной дыхательным трубопроводом с отводящим трубопроводом, борные емкости с концентрированным раствором бора и нагревателем этого раствора, выравнивающим компенсатором объема, напорный трубопровод, подающий трубопровод, соединяющий всас главного циркуляционного насоса с низом борной емкости, быстродействующую запорную арматуру, расположенную на напорном и подающем трубопроводах, отличающаяся тем, что выравнивающий компенсатор объема выполнен в виде водяной и паровой полостей, причем паровая полость выравнивающего компенсатора объема соединена с паровой полостью парового компенсатора объема выравнивающим трубопроводом, а в водяной полости выравнивающего компенсатора объема установлен по крайней мере один нагреватель и верх емкости с концентрированным раствором бора соединен напорным трубопроводом с отводящим трубопроводом.

2. Система по п. 1, отличающаяся тем, что выравнивающий компенсатор объема в борной емкости отделен от части с концентрированным раствором бора перегородкой с отверстием.

3. Система по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что выравнивающий компенсатор объема выполнен меньшего диаметра части борной емкости с концентрированным раствором бора.

4. Система по п. 3, отличающаяся тем, что выравнивающий компенсатор объема выполнен в отдельной емкости, соединенной с борной емкостью трубопроводом.

5. Система по п. 1, отличающаяся тем, что нагреватель раствора борной емкости расположен по крайней мере частично выше уровня воды в парогенераторе и подводящая его часть расположена сверху и соединена с паровой полостью парогенератора, а отводящая часть расположена снизу и соединена с водяной полостью парогенератора.

6. Система по пп. 1 4, отличающаяся тем, что на выравнивающем трубопроводе установлено дросселирующее устройство.

7. Система по пп. 1 5, отличающаяся тем, что на напорном трубопроводе в борной емкости установлен шариковый клапан.

5

10

15

20

25

30

35

40

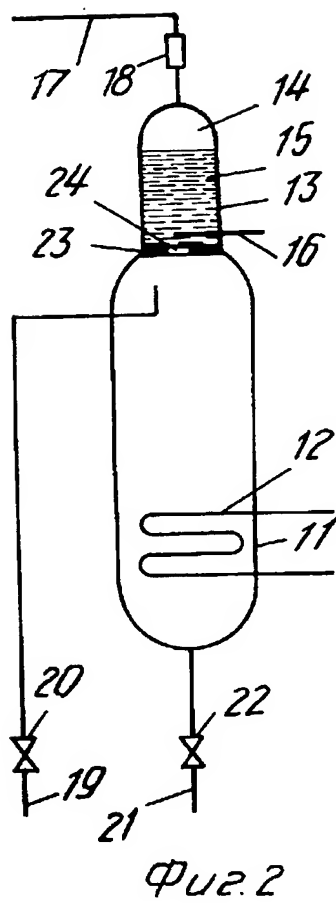
45

50

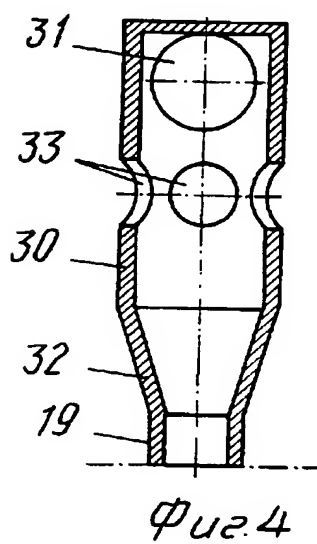
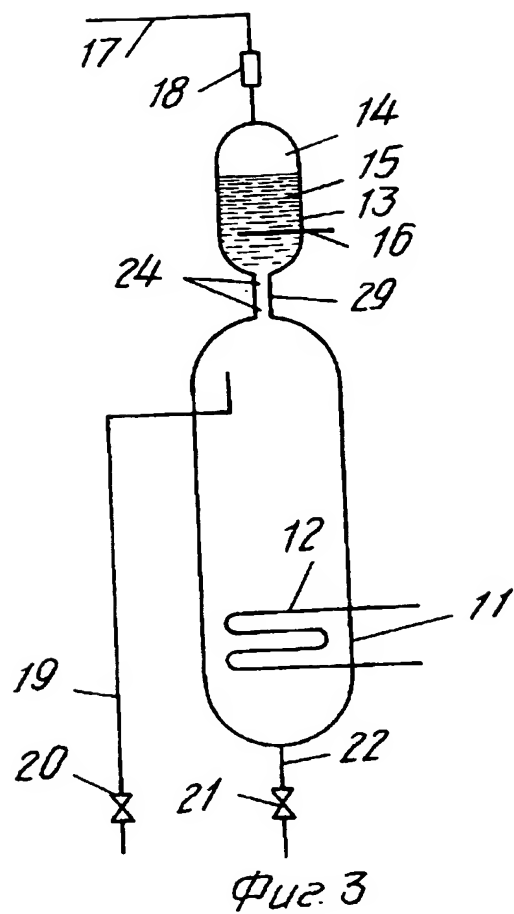
55

60

RU 2073916 C1



RU 2073916 C1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**SYSTEM FOR BORON FAST INSERTING TO FIRST CIRCUIT OF NUCLEAR  
WATER-MODERATED WATER-COOLED ENERGY PLANT**

**Patent number:** RU2073916  
**Publication date:** 1997-02-20  
**Inventor:** NOVOSELOV VLADISLAV A (SU); BIRYUKOV  
GENNADIJ I (SU); NIKITENKO MIKHAIL P (SU);  
AFROV ALEKSANDR M (SU)  
**Applicant:** O K B GIDROPRESS (SU)  
**Classification:**  
**- International:** **G21C7/06; G21C7/22; G21C7/06;** (IPC1-7): G21C7/06;  
G21C7/22  
**- european:**  
**Application number:** RU19940023468 19940621  
**Priority number(s):** RU19940023468 19940621

**Report a data error here**

Abstract not available for RU2073916

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Docket # GR98P8510.D  
Patent Applic. # 6,895,068  
Patentee Applicant: Hartel, et al.  
Lerner Greenberg Sterner LLP  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101